

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-056410
 (43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.CI. G03B 33/12
 G02F 1/13357
 G09F 9/00
 G09F 9/30
 H05B 33/14
 H05B 33/24

(21)Application number : 11-158761 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP
 (22)Date of filing : 04.06.1999 (72)Inventor : YOKOYAMA OSAMU
 SHIMODA TATSUYA
 MIYASHITA SATORU

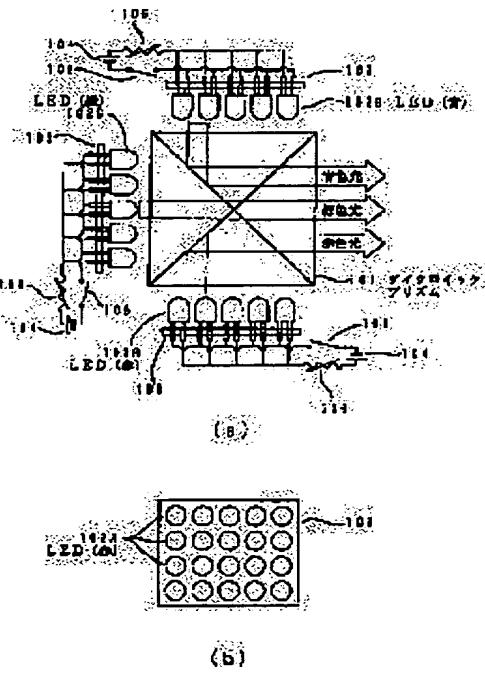
(30)Priority
 Priority number : 10157621 Priority date : 05.06.1998 Priority country : JP

(54) LIGHT SOURCE DEVICE AND DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To miniaturize a light source device used for a display device where the picture of a liquid crystal display element is enlarged and displayed and to miniaturize the display device.

SOLUTION: A red light source constituted by arraying LEDs 102R emitting a red light beam, a green light source constituted by arraying LEDs 102G emitting a green light beam and a blue light source constituted by arraying LEDs 102B emitting a blue light beam are arranged around a dichroic prism 101. The light beams emitted from the respective light sources are synthesized by the prism 101 and become a white light beam. A projection type liquid crystal display device is constituted by illuminating a liquid crystal display element by the light source device constituted in such a way.



[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3319438

[Date of registration] 21.06.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号 ✓

特開2000-56410

(P2000-56410A)

(43)公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークコード(参考)
G 03 B 33/12		G 03 B 33/12	
G 02 F 1/13357		G 09 F 9/00	3 3 6 G
G 09 F 9/00	3 3 6		3 3 7 D
	3 3 7	9/30	3 4 9 A
	9/30	H 05 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-158761

(22)出願日 平成11年6月4日 (1999.6.4)

(31)優先権主張番号 特願平10-157621

(32)優先日 平成10年6月5日 (1998.6.5)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 横山 修

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72)発明者 下田 達也

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72)発明者 宮下 哲

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100079108

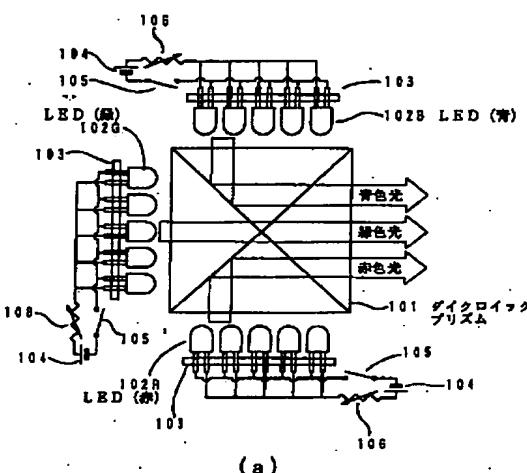
弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

(54)【発明の名称】 光源装置および表示装置

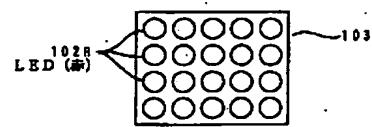
(57)【要約】

【課題】 液晶表示素子の画像を拡大表示する表示装置に用いられる光源装置を小型化し、表示装置も小型化する。

【解決手段】 赤色で発光するLED 102Rの配列から成る赤色光源、緑色で発光するLED 102Gの配列から成る緑色光源、および青色で発光するLED 102Bの配列から成る青色光源が、ダイクロイックプリズム101の周囲に配置されている。それぞれの光源から出た光はダイクロイックプリズムで合成されて白色光となる。このような構成の光源装置で液晶表示素子を照明し、投写型液晶表示装置などを構成する。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一の色で発光する第一の光源と、第二の色で発光する第二の光源と、第三の色で発光する第三の光源とを備え、前記第一の光源からの光と、前記第二の光源からの光と、前記第三の光源からの光とを色合成光学系で合成することを特徴とする光源装置。

【請求項2】 前記第一の色が橙から赤の領域の色、前記第二の色が緑から黄緑の領域の色、前記第三の色が青の領域の色であることを特徴とする請求項1記載の光源装置。

【請求項3】 前記色合成光学系がダイクロイックプリズムであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の光源装置。

【請求項4】 前記第一、第二および第三の光源が発光ダイオードであることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか1項記載の光源装置。

【請求項5】 前記第一、第二および第三の光源のそれにおいて複数の前記発光ダイオードが2次元的に配列されていることを特徴とする請求項4記載の光源装置。

【請求項6】 前記第一、第二および第三の光源と前記色合成光学系との間にレンズが配置されていることを特徴とする請求項5記載の光源装置。

【請求項7】 前記第一、第二および第三の光源と前記色合成光学系との間にレンズアレイ素子が配置されていることを特徴とする請求項5記載の光源装置。

【請求項8】 前記第一、第二及び第三の光源がいずれも面状光源である請求項1記載の光源装置。

【請求項9】 前記第一、第二および第三の光源が平板型蛍光管であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか1項記載の光源装置。

【請求項10】 前記平板型蛍光管と前記色合成光学系との間にプリズムアレイ素子が配置されていることを特徴とする請求項9記載の光源装置。

【請求項11】 前記プリズムアレイ素子が、互いに直交する2つのプリズムアレイから構成されることを特徴とする請求項9記載の光源装置。

【請求項12】 前記第一の光源と前記色合成光学系との間に第一の偏光変換素子が配置され、前記第二の光源と前記色合成光学系との間に第二の偏光変換素子が配置され、前記第三の光源と前記色合成光学系との間に第三の偏光変換素子が配置されていることを特徴とする請求項9記載の光源装置。

【請求項13】 前記偏光変換素子が反射型偏光板であることを特徴とする請求項12記載の光源装置。

【請求項14】 前記第一、第二および第三の光源が平板状の電界発光素子であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の光源装置。

【請求項15】 前記電界発光素子が、有機薄膜を発光層とする有機電界発光素子であることを特徴とする請求

項14記載の光源装置。

【請求項16】 前記有機電界発光素子が、発光層構造に光学的共振器を備えていることを特徴とする請求項14記載の光源装置。

【請求項17】 前記第一の光源と前記色合成光学系との間に第一の偏光変換素子が配置され、前記第に光源と前記色合成光学系との間に第二の偏光変換素子が配置され、前記第三の光源と前記色合成光学系との間に第三の偏光変換素子が配置されていることを特徴とする請求項14乃至請求項16の何れか1項記載の光源装置。

【請求項18】 前記偏光変換素子が、1/4波長フィルムと反射型偏光板とから構成され、前記光源側に1/4波長フィルムが配置され、前記色合成光学系素子側に反射型偏光板が配置されていることを特徴とする請求項17記載の光源装置。

【請求項19】 前記第一、第二、および第三の光源が同時に点灯することを特徴とする請求項1乃至請求項18の何れか1項記載の光源装置。

【請求項20】 前記第一、第二、および第三の光源が順番に点灯を繰返すことを特徴とする請求項1乃至18の何れか1項に記載の光源装置。

【請求項21】 光変調素子と、前記請求項1乃至請求項20の何れか1項記載の光源装置を有し、前記光源装置からの光を前記光変調素子において変調し、変調された光を投写レンズで拡大して表示する表示装置。

【請求項22】 前記光変調素子が透過型の液晶素子であり、該液晶素子の一方の面に対向して前記光源装置が設けられ、前記液晶素子に形成された画像を投写レンズで拡大して表示する表示装置。

【請求項23】 液晶表示素子に表示された画像の拡大された虚像を観察する請求項22記載の表示装置。

【請求項24】 前記液晶表示素子を構成する画素にカラーフィルタが形成されていることを特徴とする請求項22記載の表示装置。

【請求項25】 前記光変調素子が反射型の光変調素子であり、該光変調素子の反射面に対向して前記光源装置が設けられていることを特徴とする請求項22記載の表示装置。

【請求項26】 光変調素子と、前記請求項1乃至請求項20の何れか1項記載の光源装置を有し、前記光源装置からの光を前記光変調素子において変調し、変調された光を投写レンズで拡大して画像を表示する表示装置であって、前記光変調素子が、第一の色成分の画像、第二の色成分の画像、及び第三の色成分の画像を時分割で形成し、前記第一の色成分の画像が形成されている期間に前記光源装置の第一の光源を点灯させ、続いて前記第二の色成分の画像が形成されている期間に前記光源装置の第二の光源を点灯させ、続いて前記第三の色成分の画像が形成されている期間に前記光源装置の第三の光源を点灯させ、前記光学変調素子における前記第一、第二及び

50

第三の色成分の順次表示と、その順次表示に対応した前記第一、第二及び第三の光源の順次点灯によってカラー画像を表示させることを特徴とする表示装置。

【請求項27】前記光変調素子が透過型の液晶素子であり、該液晶素子の一方の面に対向して前記光源装置が設けられ、液晶素子に形成された画像を投写レンズで拡大して表示することを特徴とする請求項26項記載の表示装置。

【請求項28】前記液晶素子に形成された画像の拡大された虚像を観察する請求項26記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、液晶表示素子に表示されている画像を拡大投写する表示装置における光源装置の構成と、その光源装置を用いた表示装置の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子の画像を拡大投写して表示を行う投写型液晶表示装置を小型化する第一の従来技術として、特開平5-13049号公報に開示されている技術を挙げることができる。この公報では、ダイクロイックプリズムの周囲に3枚の液晶表示素子が配置され、各液晶表示素子の背面に配置されたそれぞれ発光色が異なる平板状蛍光管で液晶表示素子を照明し、ダイクロイックプリズムで合成された各色の画像を投写レンズでスクリーンに投写する表示装置の構成が開示されている。

【0003】また、投写型液晶表示装置を小型化するための第二の従来技術として、液晶表示素子を1枚だけ使い、その背面からメタルハライドランプのようなランプで液晶表示素子を照明し、液晶表示素子の画像を投写レンズでスクリーンに投写する構成を挙げることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の第一の従来技術では液晶表示素子を3枚用いているので、コストが高くなるという問題があるとともに、3枚の液晶表示素子の画像のずれを抑えるための調整機構が必要となり、表示装置の更なる小型化が難しいという問題点がある。

【0005】また、上記の第二の従来技術では、光源が白色光源であるので、カラー画像を投写するためには液晶表示素子の画素にカラーフィルタが必要となり、色を生成するためには赤、緑、青の3画素が必要となって表示画像の解像度が低下するとともに、カラーフィルタでは透過波長以外の光は吸収されるので表示画像が暗くなるという問題点がある。また、メタルハライドランプを点灯させるためには高電圧が必要となり、電源回路が大きくなるので表示装置の小型化が難しいという問題点もある。

【0006】本発明はこのような問題点を解決するもの

で、表示装置を小型化するために液晶表示素子は一枚とし、光源装置をコンパクトにすることによって表示装置全体を小型化することを目的としている。更には、液晶表示素子を一枚とした表示装置においても、光源装置からの光の利用効率が高く、かつ解像度が高い画像を表示できる表示装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の光源装置は、第一の色で発光する第一の光源と、第二の色で発光する第二の光源と、第三の色で発光する第三の光源とを備え、前記第一の光源からの光と、前記第二の光源からの光と、前記第三の光源からの光とを色合成光学系で合成することを特徴とする。

【0008】上記構成によれば、各色において発光効率が高い発光素子からの光を合成できるので、小型で明るい白色光源を構成できるという効果を有する。

【0009】請求項2記載の光源装置は、請求項1記載の光源装置において、前記第一の色が橙から赤の領域の色、前記第二の色が緑から黄緑の領域の色、前記第三の色が青の領域の色であることを特徴とする。

【0010】上記構成によれば、各色において発光効率が高い発光素子からの光を合成できるので、小型で明るい白色光源を構成できるという効果を有する。

【0011】請求項3に記載の光源装置は、請求項1又は請求項2に記載の光源装置において、前記色合成光学系がダイクロイックプリズムであることを特徴としている。ダイクロイックプリズムによって、光量ロスがほとんどない状態で3色の光軸を一致させることができる。

【0012】請求項4記載の光源装置は、請求項1乃至30請求項3の何れか1項記載の光源装置において、前記第一、第二および第三の光源が発光ダイオードであることを特徴とする。

【0013】上記構成によれば、3V程度の低い直流電源で光源を点灯できるので、電源部分も含めて小型の白色光源を構成できるという効果を有する。請求項5記載の光源装置は、請求項4記載の光源装置において、前記第一、第二および第三の光源のそれぞれにおいて複数の前記発光ダイオードが2次元的に配列されていることを特徴とする。

【0014】上記構成によれば、面状に発光する小型の白色光源を構成できるという効果を有する。

【0015】請求項6記載の光源装置は、請求項5に記載の光源装置において、前記第一、第二および第三の光源と前記色合成光学系との間にレンズが配置されていることを特徴とする。

【0016】上記構成によれば、発光ダイオードからの発散光を平行性の高い光に変換することができ、光の平行性の高い小型の白色光源を構成できるという効果を有する。

【0017】請求項7記載の光源装置は、請求項5記載

の光源装置において、前記第一、第二および第三の光源と前記色合成光学系との間にレンズアレイ素子が配置されていることを特徴とする。

【0018】上記構成によれば、複数の発光ダイオードからの発散光を平行性の高い光に変換することができ、光の平行性の高い小型の白色光源を構成できるという効果を有する。

【0019】請求項8に記載の光源装置は、請求項1乃至3のいずれか一項記載の光源装置において、前記第一、第二及び第三の光源がいずれも面状光源であることを特徴とする。ここで、面状光源とは、実質的に連続した単一の発光領域を持つ光源であり、表示した縦横に幅のある領域に対して均一な発光量で発光させることができ、光量むらを防止することができる。

【0020】請求項9記載の光源装置は、請求項1乃至請求項3の何れか1項記載の光源装置において、前記第一、第二および第三の光源が平板型蛍光管であることを特徴とする。

【0021】上記構成によれば、各色において発光効率が高い発光素子からの光を合成できるので、小型で明るい白色光源を構成できる。また、面状に発光する薄型の蛍光管を用いることができるので、光源装置を小型化できる。

【0022】請求項10記載の光源装置は、請求項9記載の光源装置において、前記平板型蛍光管と前記色合成光学系との間にプリズムアレイ素子が配置されていることを特徴とする。

【0023】上記構成によれば、正面方向の輝度を向上させることができ、正面方向に明るい光源装置を構成できるという効果を有する。

【0024】請求項11記載の光源装置は、請求項9記載の光源装置において、前記プリズムアレイ素子が、互いに直交する2つのプリズムアレイから構成されることを特徴とする。

【0025】上記構成によれば、正面方向の輝度を向上させることができ、正面方向に明るい光源装置を構成できるという効果を有する。

【0026】請求項12に記載の光源装置は、請求項9記載の光源装置において、前記第一の光源と前記色合成光学系との間に第一の偏光変換素子が配置され、前記第二の光源と前記色合成光学系との間に第二の偏光変換素子が配置され、前記第三の光源と前記色合成光学系との間に第三の偏光変換素子が配置されていることを特徴とする。光の偏光方向を一致させることにより、光源装置から出射する光が光学特性に偏光依存性を設ける光学部材を通過するときの光量ロスを軽減することができる。

【0027】請求項13に記載の光源装置は、請求項12に記載の光源装置において、前記偏光変換素子が反射型偏光板であることを特徴とする。反射型偏光板により、望ましい方向に振動する偏光は透過され、それに直

交する偏光光源側に戻される。光源内において散乱する際に偏光方向が変化するが、望ましい方向へ振動するように変換された偏光は反射型偏光板を透過できるようになる。このように反射型偏光板と光源との間での反射、散乱を繰り返すことにより、光源から放射される偏光していない光は、反射型偏光板によって反射型偏光板の透過軸方向の振動方向が揃った偏光に変換される。

【0028】請求項14記載の光源装置は、請求項1乃至請求項3の何れか1項記載の光源装置において、前記第一、第二および第三の光源が平板状の電界発光素子であることを特徴とする。

【0029】上記構成によれば、面状で薄型の発光素子を用いることができるので、光源装置を小型化できるという効果を有する。

【0030】請求項15記載の光源装置は、請求項14記載の光源装置において、前記電界発光素子が、有機薄膜を発光層とする有機電界発光素子であることを特徴とする。

【0031】上記構成によれば、直流電源で光源を点灯できるので、電源部分も含めて小型の白色光源を構成できるという効果を有する。

【0032】請求項16に記載の光源装置は、請求項14記載の光源装置において、前記有機電界発光素子が、発光層構造に光学的共振器を備えていることを特徴とする。

【0033】上記構成によれば、光学的共振器構造によって、有機電界発光素子から放射される光のスペクトル幅を狭くして色の純度を向上させることができるとともに、有機電界発光素子の法線方向（正面方向）への輝度を向上させることができるという効果を有する。

【0034】請求項17に記載の光源装置は、請求項14乃至請求項16に記載の光源装置において、前記第一の光源と前記色合成光学系との間に第一の偏光変換素子が配置され、前記第二の光源と前記色合成光学系との間に第二の偏光変換素子が配置され、前記第三の光源と前記色合成光学系との間に第三の偏光変換素子が配置されていることを特徴とする。複数の光源から放射される光の偏光方向を揃えることができるので、光学特性に偏光依存性を有する光変調素子等の光学素子の光源として用いることにより、光学素子での光のロスを低減することができる。

【0035】請求項18に記載の光源装置は、請求項17に記載の光源装置において、前記偏光変換素子が、1/4波長フィルムと反射型偏光板とから構成され、前記光源側に1/4波長フィルムが配置され、前記色合成光学系素子側に反射型偏光板が配置されていることを特徴とする。偏光変換素子をこのような構造とすることにより、鏡面反射構造を備えた光源である電界発光素子と偏光変換素子との間の光の反射により、偏光変換素子を射出する光の振動方向を特定の方向に揃えることができ

る。

【0036】請求項19記載の光源装置は、請求項1乃至18の何れか1項記載の光源装置において、前記第一、第二、および第三の光源が同時に点灯することを特徴とする。

【0037】上記構成によれば、光源装置からの放射光を白色とすることができます効果を有する。

【0038】請求項20記載の光源装置は、請求項1乃至18の何れか1項記載の光源装置において、前記第一、第二、および第三の光源が順番に点灯を繰返すことを特徴とする。

【0039】上記構成によれば、色順次表示方式の表示装置の光源装置として用いることができるという効果を有する。

【0040】請求項21記載の表示装置は、光変調素子と、前記請求項1乃至請求項20の何れか1項記載の光源装置を有し、前記光源装置からの光を前記光変調素子において変調し、変調された光を投写レンズで拡大して表示することを特徴とする。

【0041】上記構成によれば、小型の投写型液晶表示装置を構成できるという効果を有する。

【0042】請求項22に記載の発明は、前記請求項21に記載の表示装置において、前記光変調素子が透過型の液晶素子であり、該液晶素子の一方の面に対向して前記光源装置が設けられ、前記液晶素子に形成された画像を投写レンズで拡大して表示することを特徴とする。

【0043】液晶素子であるため、高解像度の画像を表示でき、投写レンズで拡大表示しても、充分に鮮明に画像を得ることができる。

【0044】請求項23記載の表示装置は、前記請求項22に記載の表示装置において、液晶表示素子に表示された画像の拡大された虚像を観察することを特徴とする。

【0045】上記構成によれば、小型のヘッドマウントディスプレイのような虚像観察型の液晶表示装置を構成できるという効果を有する。

【0046】請求項24記載の表示装置は、請求項22記載の表示装置において、前記液晶表示素子を構成する画素にカラーフィルタが形成されていることを特徴とする。

【0047】上記構成によれば、カラー表示が可能な小型の液晶表示装置を構成できるという効果を有する。

【0048】請求項25に記載の表示装置は、請求項22に記載の表示装置において、前記光変調素子が反射型の光変調素子であり、該光変調素子の反射面に対向して前記光源装置が設けられていることを特徴とする。光変調素子の反射面に対向して光源装置を設けたため、コンパクトな画像表示装置を得ることができる。

【0049】請求項26記載の表示装置は、光変調素子と、前記請求項1乃至請求項20の何れか1項記載の光

源装置を有し、前記光源装置からの光を前記光変調素子において変調し、変調された光を投写レンズで拡大して画像を表示する表示装置であって、前記光変調素子が、第一の色成分の画像、第二の色成分の画像、及び第三の色成分の画像を時分割で形成し、前記第一の色成分の画像が形成されている期間に前記光源装置の第一の光源を点灯させ、続いて前記第二の色成分の画像が形成されている期間に前記光源装置の第二の光源を点灯させ、続いて前記第三の色成分の画像が形成されている期間に前記光源装置の第三の光源を点灯させ、前記光学変調素子における前記第一、第二及び第三の色成分の順次表示と、その順次表示に対応した前記第一、第二及び第三の光源の順次点灯によってカラー画像を表示させることを特徴とする。

【0050】上記構成によれば、カラー表示が可能で、かつ、表示画像が明るい小型の投写型液晶表示装置を構成できる。また、カラー表示が可能で、かつ、表示画像が明るい小型の虚像観察型液晶表示装置を構成できる。

【0051】請求項27に記載の表示装置は、請求項26記載の表示装置において、前記光変調素子が透過型の液晶素子であり、該液晶素子の一方の面に対向して前記光源装置が設けられ、液晶素子に形成された画像を投写レンズで拡大して表示することを特徴とする。液晶素子による画像形成は、高解像度であるため、拡大投影しても鮮明な画像を得ることができる。

【0052】請求項28に記載の表示装置は、前記請求項26に記載の表示装置において、前記液晶素子に形成された画像の拡大された虚像を観察することを特徴とする。光量ロスが軽減し、かつ高解像度の画像を形成することで、例えば、大型のスクリーン等に投影された虚像であっても、鮮明な画像を得ることができる。

【0053】【発明の実施の形態及び実施例】以下、本発明の好適な実施の形態に係る光源装置とその光源装置を備えた表示装置を添付の図面を参照しながら説明する。

(光源装置としての第1の実施形態) 本発明の光源装置の第1の実施形態を図1に基づき説明する。図1(a)は光源装置を上面から見た図であり、図1(b)は赤色光源を色合成光学系としてのダイクロイックプリズム側から見た平面図である。ダイクロイックプリズム101の周囲には、発光ダイオード(LED)の2次元配列から構成される赤色光源、緑色光源および青色光源が配置されている。赤色光源は、基板103に赤色領域の波長で発光するLED(赤)102Rが固定された構造であり、直流電源104からスイッチ105および可変抵抗器106を介してLED(赤)102Rに電力が供給される。

【0054】LED(赤)102Rとしては、ピーク発光波長が620nmのLEDを用いることができる。この場合、発光色はオレンジ色に見えるが、オレンジ色も

赤色に含めることとする。本実施形態における赤色光源は、図1 (b) に示すように、横5個、縦4個の合計20個のLEDの配列から構成される。LEDは、先端がレンズ形状となっている透明樹脂でモールドされた形状となっており、その直径は5mm程度である。LEDの個数は必要とされる光源の大きさに依存し、用途によっては1個でも良い。

【0055】緑色光源は、基板103に緑色領域の波長で発光するLED(緑)102Gが固定された構造であり、直流電源104からスイッチ105および可変抵抗器106を介してLED(緑)102Gに電力が供給される。LEDの個数は図1 (b) に示した赤色光源の場合と同じように、横5個、縦4個の合計20個である。LED(緑)102Gとしては、ピーク発光波長が555nmのLEDを用いることができる。この他、黄緑色に見える発光色も緑色に含めることとする。

【0056】青色光源は、基板103に青色領域の波長で発光するLED(青)102Bが固定された構造であり、直流電源104からスイッチ105および可変抵抗器106を介してLED(青)102Bに電力が供給される。LEDの個数は図1 (b) に示した赤色光源の場合と同じように、横5個、縦4個の合計20個である。LED(青)102Bとしては、ピーク発光波長が470nmのLEDを用いることができる。

【0057】赤色光源から出た光はダイクロイックプリズム101の赤反射ミラーで反射される。青色光源から出た光はダイクロイックプリズム101の青反射ミラーで反射される。緑色光源から出た光はダイクロイックプリズム101を透過する。このようにして、ダイクロイックプリズム101において、光源が配置されていない面から赤、緑および青の光が合成されて射出される。

【0058】各色のLEDに供給される電流を制御することによって、ダイクロイックプリズム101で合成される光の色を白色とすることができます、白色光源を構成することができる。また、スイッチ105によって点灯する光源を選択し、赤、緑あるいは青のいずれかの単色を発光させることによって単色の光源装置とすることができます。また、スイッチ105によって点灯する光源を2つ選択し、赤、緑あるいは青のいずれか2つの色を合成することも可能である。

(光源装置としての第2の実施形態) 本発明の光源装置の第2の実施形態を図2に基づき説明する。図2 (a) は光源装置を上面から見た図であり、図2 (b) は赤色光源をダイクロイックプリズム側から見た平面図である。図2 (b) では、レンズアレイ201Rを構成する各レンズ要素202Rに対応するLED(赤)102Rが点線で描かれている。なお、図2 (a) では、図1 (a) に描かれているような光源の電気回路は省略されている。ダイクロイックプリズム101の周囲には、発光ダイオード(LED)の2次元配列から構成される赤

色光源、緑色光源および青色光源が配置されている。

【0059】赤色光源は、赤色領域の波長で発光するLED(赤)102Rの配列と、これらのLEDとダイクロイックプリズムとの間に配置されたレンズアレイ201Rから構成される。レンズアレイ201Rはレンズ要素202Rの配列から構成される。レンズ要素202Rの開口形状は矩形である。一つのレンズ要素202Rは一つのLED(赤)102Rに対応し、LEDから放射される発散光をコリメートし、平行性の高い光をダイクロイックプリズムに入射させる機能を有する。赤色光源におけるレンズ要素202Rは、LED(赤)102Rのピーク発光波長に対して収差が小さくなるように設計され、また、その波長において表面での反射が最低になるように反射防止膜が形成されている。

【0060】緑色光源は、緑色領域の波長で発光するLED(緑)102Gの配列と、これらのLEDとダイクロイックプリズムとの間に配置されたレンズアレイ201Gとから構成される。レンズアレイ201Gは、図2 (b) に示されている赤色光源の場合と同様にレンズ要素(図示省略)の配列から構成される。緑色光源におけるレンズ要素は、LED(緑)102Gのピーク発光波長に対して収差が小さくなるように設計され、また、その波長において表面での反射が最低になるように反射防止膜が形成されている。

【0061】青色光源は、青色領域の波長で発光するLED(青)102Bの配列と、これらのLEDとダイクロイックプリズムとの間に配置されたレンズアレイ201Bとから構成される。レンズアレイ201Bは、図2 (b) に示されている赤色光源の場合と同様にレンズ要素(図示諸略)の配列から構成される。青色光源におけるレンズ要素は、LED(青)102Bのピーク発光波長に対して収差が小さくなるように設計され、また、その波長において表面での反射が最低になるように反射防止膜が形成されている。

【0062】本実施形態の光源装置では、各色のLEDから放射された発散光は、レンズアレイによって平行性の高い光に変換されてダイクロイックプリズムへ入射するので、ダイクロイックプリズムで合成された光の平行性も高く、放射光の平行性が高い光源装置を提供できる。図2 (a) ではLEDの形状として、先端がレンズ形状となっている透明樹脂でモールドされた形状を示しているが、レンズ形状は必ずしも必要ではない。

(光源装置としての第3の実施形態) 本発明の光源装置の第3の実施形態を図3に基づき説明する。図3は光源装置を上面から見た図である。ダイクロイックプリズム101の周囲には、赤領域の波長で発光する平板型蛍光管(赤)301R、緑領域の波長で発光する平板型蛍光管(緑)301G、および青領域の波長で発光する平板型蛍光管(青)301Bが配置されている。

【0063】各色の蛍光管301R、301G、301B

Bのそれぞれは、発光体として赤色で発光する蛍光体、緑色で発光する蛍光体、青色で発光する蛍光体を備えている。各蛍光管は、その発光領域が19mm×14mm程度となるような平面的な大きさとなっている。蛍光管の大きさはこの大きさに限定されるものではなく、必要とされる光源の大きさに応じて変更すれば良い。また、平板型蛍光管301R、301G、301Bを光源として適用することによって、所定の面積（照明されるべき被照明体において照明されるべき領域の大きさによるものであり、設定値に基づく。）に亘り、均一に発光することができ、前記光源装置としての第2の実施形態のようにLED102R、102G、102Bを用いた場合に付加されるレンズアレイ等が不要となる。このため、簡単な構造で優れた効果が得られる。なお、面積によつては、棒状の蛍光管であつてもよく、この棒状の蛍光管を並列配置すればよい。

（光源装置としての第4の実施形態）本発明の光源装置の第4の実施形態を図4に基づき説明する。図4（a）は光源装置を上面から見た図であり、図4（b）は赤色光源の斜視図である。ダイクロイックプリズム101の周囲には、赤領域の波長で発光する平板型蛍光管（赤）301R、緑領域の波長で発光する平板型蛍光管（緑）301G、および青領域の波長で発光する平板型蛍光管（青）301Bが配置されている。

【0064】それぞれの色の光源とダイクロイックプリズムとの間には、2枚のプリズムアレイ401V、401Hが挿入されている。それぞれのプリズムアレイは、一方向に延びた屋根状のプリズムの配列から構成されている。プリズムアレイ401Vとプリズムアレイ401Hは、それぞれのプリズムの方向が互いに直交するように配置される。光源装置としての第3の実施形態の場合には、平板型蛍光管から出た光は発散光としてダイクロイックプリズムに入射するが、本実施形態のようにプリズムアレイを蛍光管の前面に配置することによって、光を蛍光管の法線方向へ集めることができ、正面方向での輝度が高い光源装置を構成することができる。なお、各色に対応したプリズムアレイ401Hとダイクロイックプリズム101との間に反射型偏光板を配置することによって、平板型蛍光管301R、301G、301Bから放射された光の偏光方向を揃えることができる。このような技術により、ダイクロイックプリズム101から出射される光を振動方向が揃った直線偏光とすることができます。

（光源装置としての第5の実施形態）本発明の光源装置の第5の実施形態を図5に基づき説明する。図5は光源装置を上面から見た図である。ダイクロイックプリズム101の周囲には、赤領域の波長で発光する有機電界（EL）素子（赤）501R、緑領域の波長で発光する有機EL素子（緑）501G、および青領域の波長で発光する有機EL素子（青）501Bが配置されている。

【0065】各色の有機EL素子501R、501G、501Bのそれぞれは、ガラス基板502上に透明電極、有機薄膜層構造、および金属電極が積層された発光層構造503R、503G、503Bを備えている。発光層構造は封止基板504によって封止される。透明電極と金属薄膜との間に印加される直流電界によって有機薄膜層構造中の有機発光膜が発光する。有機発光膜の材料として赤色で発光する材料を用いれば赤色光源、緑色で発光する材料を用いれば緑色光源、青色で発光する材料を用いれば青色光源を構成することができる。各色の有機発光膜は、その発光領域が19mm×14mm程度となるような平面的な大きさとなっている。発光領域の大きさはこの大きさに限定されるものではなく、必要とされる光源の大きさに応じて変更すれば良い。

【0066】このように、有機EL素子501R、501G、501Bを用いることにより、前述（例えば、光源装置としての第1の実施形態）のLED102R、102G、102Bを光源として適用するに比べ、ある面積にわたって均一発光することができるという優位性を持つ。なお、この有機EL素子501R、501G、501Bは、前記光源装置としての第4の実施形態で適用した平板型蛍光管301R、301G、301Bと同類であり、実質的に連続した単一の発光領域を持つ面状光源として分類されるものである。

（光源装置としての第6の実施形態）本発明の光源装置の第6の実施形態を図6に基づき説明する。図6は光源装置を上面から見た図である。ダイクロイックプリズム101の周囲には、赤領域の波長で発光する有機電界（EL）素子（赤）601R、緑領域の波長で発光する有機EL素子（緑）601G、および青領域の波長で発光する有機EL素子（青）601Bが配置されている。

【0067】各色の有機EL素子601R、601G、601Bのそれぞれは、ガラス基板602上に透明電極、有機薄膜層構造、および金属電極が積層された発光層構造603R、603G、603Bを備えている。発光層構造は封止基板604によって封止される。透明電極と金属薄膜との間に印加される直流電界によって有機薄膜層構造中の有機発光膜が発光する。有機発光膜の材料として赤色で発光する材料を用いれば赤色光源、緑色で発光する材料を用いれば緑色光源、青色で発光する材料を用いれば青色光源を構成することができる。各色の有機発光膜は、その発光領域が19mm×14mm程度となるような平面的な大きさとなっている。発光領域の大きさはこの大きさに限定されるものではなく、必要とされる光源の大きさに応じて変更すれば良い。

【0068】このように、本実施形態の基本的な構成は図5に示した光源装置としての第5の実施形態と同じであるが、有機薄膜層構造が異なっており、有機薄膜層構造に光学的共振器構造を備えている。光学的共振器構造によって、有機EL素子601R、601G、601B

から放射される光のスペクトル幅を狭くして色の純度を向上させることができるとともに、有機EL素子の法線方向（正面方向）への輝度を向上させることができる。

（光源装置としての第7の実施形態）本発明の光源装置の第7の実施形態を図7に基づき説明する。なお、光源装置としての第6の実施形態と同一構成部分については同一の符号を付すこととする。この第7の実施形態で適用される光源は、面状光源としての赤色で発光する有機EL素子601R、緑色で発光する有機EL素子601G、青色で発光する有機EL発光素子601Bであり、それぞれの発光素子601R、601G、601Bは光源装置としての第6の実施形態と同様に光学的共振器構造を備えている。これらの3色の発光素子601R、601G、601Bからの光はダイクロイックプリズム101で合成されるが、この光源装置の第7の実施形態では、各発光素子601R、601G、601Bとダイクロイックプリズム101との間には、1/4波長フィルム（1/4λ板）604R、604G、604Bと反射型偏光板605R、605G、605Bとから構成される偏光変換素子607R、607G、607Bが配置されている。

【0069】赤色で発光する有機EL素子601Rの前面には、1/4波長フィルム604Rと反射型偏光板605Rとが配置され、緑色で発光する有機EL素子601Gの前面には、1/4波長フィルム604Gと反射型偏光板605Gとが配置され、青色で発光する有機EL素子601Bの前面には、1/4波長フィルム604Bと反射型偏光板605Bとが配置される。反射型偏光板605R、605G、605Bは、それぞれ第1の方向に振動する直線偏光は透過し、第1の方向に直交する第2の方向に振動する直線偏光は反射する機能を有する。

【0070】偏光変換素子607R、607G、607Bの機能を、緑色で発光する有機EL素子601Gを例にとって説明する。有機EL素子601Gからの右回りの円偏光（図中のRで表示）は1/4波長フィルム604Gで直線偏光であるp偏光（図中のPで表示）に変換されるものとする。反射型偏光板605Gがp偏光Pを透過させることができるとすると、このp偏光は反射型偏光板605Gを透過する。一方、有機EL素子601Gからの左回り円偏光（図中のLで表示）は1/4波長フィルム604Gによってp偏光に直交する直線偏光であるs偏光（図中のSで表示）に変換される。s偏光は反射型偏光板605Gで反射され、1/4波長フィルム604Gによって再び左回り円偏光に変換されて有機EL素子601Gに戻される。

【0071】有機EL素子601Gに戻された左回り円偏光は有機EL素子の陰極電極などで反射される際に右回り円偏光に変換され、今度は1/4波長フィルム604Gによってp偏光に変換される。このようにして、有機EL素子601Gから放射された光が、1/4波長フ

イルム604Gと反射型偏光板605Gとから構成される偏光変換素子607Gによって偏光方向の揃った直線偏光に変換される。このような有機EL素子601R、601G、601Bからの放射光の偏光変換技術は、国際公開WO97/43686或いは国際公開WO97/12276に開示されている。

【0072】1/4波長フィルム604Gと反射型偏光板605Gはそれぞれ緑色の波長帯域だけにおいて機能する素子であってもよいし、赤、緑、青を含む可視光の波長領域にわたって機能する素子であってもよい。赤色で発光する有機EL素子601R、青色で発光する有機EL素子601Bからの放射光も同様にして、偏光変換素子607R、607Bによって振動方向が揃った直線偏光（P）に変換される。

【0073】赤色に対応する1/4波長フィルム604Rと、反射型偏光板605R、或いは青色に対応する1/4波長フィルム604Bと、反射型偏光板605Bはそれぞれ赤色、或いは青色の波長帯域だけにおいて機能する素子であってもよいし、赤、緑、青を含む可視光の波長領域にわたって機能する素子であってもよい。直線偏光となった赤、緑、青の光はダイクロイックプリズム101で合成され、振動方向が揃った直線偏光としてダイクロイックプリズム101から出射される。

（表示装置としての第1の実施形態）本発明の表示装置の第1の実施形態を図8に基づき説明する。図8は表示装置の主要な光学系を上面から見た図である。液晶表示素子701の背面には、図4に示した光源としての第4の実施形態で説明した光源装置を配置する。光源装置は、ダイクロイックプリズム101、平板状蛍光管

30 （赤）301R、平板状蛍光管（緑）301G、平板状蛍光管（青）301B、およびプリズムアレイ401V、401Hから構成され、赤色、緑色および青色が合成された白色光で液晶表示素子701を照明する。

【0074】液晶表示素子701に表示された画像は投写レンズ705によって拡大され、スクリーン706に投写される。液晶表示素子701はガラス基板704に挟持された液晶層703を持ち、カラー画像を表示するために画素ごとにカラーフィルタ702R、702G、702Bが形成されている。この図では、図を見易くするため液晶を駆動する素子や配線などは省いて描いてある。

【0075】液晶表示素子701の表示領域は例えば18.3×13.7mm（対角で0.9インチ）である。表示領域の大きさは必要に応じて変更することができるが、表示領域の大きさに合わせて各色の光源の発光領域の大きさを変更する必要がある。なお、光源装置の第4の実施形態において述べたように平板型蛍光管を用いた各色の光源装置において、プリズムアレイとダイクロイックプリズムとの間に反射型偏光板を設けても良い。

50 （表示装置としての第2の実施形態）本発明の表示装置

の第2の実施形態を図9乃至図11に基づき説明する。図9は表示装置の主要な光学系を上面から見た図であり、図10は表示装置の制御回路の詳細を示すブロック図であり、図11は光源の点灯と液晶表示素子の表示のタイミングを示すタイミングチャートである。

【0076】液晶表示素子801の背面には、図2に示した光源装置としての第2の実施形態で説明した光源装置を配置する。光源装置は、ダイクロイックプリズム101、LED(赤)102R、LED(緑)102G、LED(青)102B、および、レンズアレイ201R、201G、201Bから構成される。各色のLEDの点灯と液晶表示素子の駆動は表示制御回路802で制御される。図10には、表示制御回路802の詳細図が示されている。この表示制御回路802には、RGBそれぞれに対応してフレームメモリ810が設けられており、画像データは、各色毎に一旦フレームメモリ810に記憶される。フレームメモリ810に記憶された画像データからは、同期信号抽出部812によって同期信号が取り出され、クロック814からのクロック信号によって同期がとられるようになっている。同期信号は、出力タイミング発生部816に出力され、液晶表示素子801の駆動を制御する画像出力制御部818と、各色の発光素子の駆動を制御する切換制御部820へ出力されるようになっている。

【0077】画像出力制御部818には、前記フレームメモリ810から画像データが入力され、前記同期信号に基づいてLCD(液晶素子)用電源回路822からの電源によって、液晶表示素子801へ所定の画像を形成する。一方、切換制御部820では、液晶表示素子801で表示される画像に対応する色の発光素子を点灯させるべく、Rドライバ824、Gドライバ826、Bドライバ828へ順次切替えて信号を出力する。これにより、各LED102R、102G、102Bは、光源用電源回路830からの電源によって、RGBが所定の順番(液晶表示素子801への画像表示順と同期して)で順次点灯を繰り返す。

【0078】この制御の方法を図11を用いて説明する。液晶表示素子801には1フィールド内で赤成分の画像、緑成分の画像および青成分の画像が順番に表示される。赤成分の画像が表示されている間は赤色のLED102Rが点灯し、緑成分の画像が表示されている間は緑色のLED102Bが点灯し、青成分の画像が表示されている間は青色のLED102Bが点灯するようにLEDの点灯と液晶表示素子に表示される画像のタイミングが制御される。

【0079】このような人の眼の残像効果を利用した色順次表示を行なうことにより、液晶表示素子にカラーフィルタを備える必要がなくなる。図8に示した表示装置としての第1の実施形態における液晶表示素子701に用いられているカラーフィルタは該当透過波長の光以外

の波長の光は吸収するが、これに対して、本実施形態のような色順次カラー表示の場合には光源からスクリーンまでの光の利用効率をより高めることができる。

【0080】なお、図8に示す表示装置の第1の実施形態においても、液晶表示素子701にカラーフィルタを用いる代わりに上述した色順次表示方式を採用して光の利用効率を高めることができる。また、上記のような色順次駆動によるカラー画像の表示においては、RGBの光源から光がダイクロイックプリズム101を経て出射されるので各色の光源の光軸が一致し、各色の光源で液晶表示素子を同一の方向から照明できるので、色の視覚依存性が無い、という効果がある。

(表示装置としての第3の実施形態) 本発明の表示装置の第3の実施形態を図12に基づき説明する。図12は表示装置の主要な光学系を上面から見た図である。液晶表示素子701の背面には、図1に示した第1の実施形態の光源装置を配置する。光源装置は、ダイクロイックプリズム101、LED(赤)102R、LED(緑)102G、LED(青)102Bから構成され、赤色、緑色および青色が合成された白色光で液晶表示素子701を照明する。本実施形態の表示装置は、レンズ1001を通して液晶表示素子701の拡大された虚像を見る表示装置である。

(表示装置としての第4の実施形態) 本発明の表示装置の第4の実施形態を図13に基づき説明する。液晶表示装置606の背面に図7で示した光源装置としての第7の実施形態で説明した光源装置を配置する。光源装置は、光学的共振構造を備えた有機EL素子601R、601G、601Bであり、各有機EL素子601R、601G、601Bの前面には1/4波長フィルム604R、604G、604B及び反射型偏光板605R、605G、605Bが配置されている。

【0081】光源装置としての第7の実施形態で説明したように、ダイクロイックプリズム101から出射される光は振動方向が揃った直線偏光Pである。液晶表示素子606は入射側の偏光板610Pと出射側の偏光板610Aを備えているが、入射側の偏光板606Pの透過軸を直線偏光Pの振動方向と合わせることにより、偏光板610Pでの光の吸収を減らすことができ、液晶表示素子606を透過できる光量を増加させることができ、光源装置からの光を有効に液晶表示素子606で変調させることができる。

【0082】液晶表示素子606に表示される画像は投写レンズ608によってスクリーン609に拡大投写される。液晶表示素子606が画素毎にカラーフィルターを備えている場合には、赤、緑、青の有機EL素子601R、601G、601Bを同時に点灯して白色光で液晶表示素子を照明すればカラー画像の投写ができる。

【0083】一方、液晶表示素子606がカラーフィルターを備えていない場合には、表示装置としての第2の

実施形態で説明したような赤、緑、青の有機EL素子601R、601G、601Bを1フレーム内で順番に点灯する色順次駆動によってカラー画像の表示を行うことができる。なお、上記のような色順次駆動によるカラー画像の表示においては、各色の光源の光軸が一致し、かつ同一の方向から照明できるので、色の視覚依存性が無い、という効果がある。

(表示装置としての第5の実施形態) 本発明の表示装置の第5の実施形態を図14に基づき説明する。図14は表示装置の主要な光学系を上面から見た図である。図13に示した表示装置とは、レンズ1001と観察者の眼1002との間にハーフミラー1101が配置されている部分だけが異なり、光源装置や液晶表示装置の構成は図13と同じである。

【0084】ハーフミラー1101によって、液晶表示素子701の拡大された像を外界1102に重ねて見ることができる。外界を見る必要がなければハーフミラーのかわりに全反射ミラーを用いても良い。なお、実施の形態、特に表示装置の実施の形態において、色順次駆動させるときに適用した光源は、LED等の点状光源に限らず、有機EL素子、平板状蛍光管等の面状光源であってもよい。

【0085】以上説明した実施形態においては、表示装置の形態として、透過型の液晶表示素子を利用した例について説明した。本発明はこれに限定されるものではなく、光源からの光を反射する反射型の液晶表示素子、または、変形可能なミラーで画素が形成されたライトバルブ又は空間変調素子のような外部からの光を反射するタイプの光変調デバイス等が光変調部材・手段として光源と組み合わされた光学装置も本発明によって提供される。

【0086】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の光源装置によれば、赤、緑、青のそれぞれの波長において発光効率が最大化された光源を備え、それぞれの光源からの光をダイクロイックプリズムで合成することにより、明るい白色光を生成できる小型の光源装置を構成することができるという効果を有する。

【0087】このような光源装置によって液晶表示素子等の光変調素子を照明することにより、小型の表示装置を構成することができるという効果を有する。さらには、赤、緑、青のそれぞれの光源を順番に点灯させ、これに同期させて液晶表示素子等の光変調素子に赤、緑、青の各成分の画像を表示させることにより、一枚の光変調素子から成る小型の表示装置の明るさを向上させることができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光源装置の第1の実施形態における光学系を説明する図であり、図1(a)は光源装置を上面から見た図であり、図1(b)は赤色光源をダイクロイ

ックプリズム側から見た平面図である。

【図2】本発明の光源装置の第2の実施形態における光学系を説明する図であり、図2(a)は光源装置を上面から見た図であり、図2(b)は赤色光源をダイクロイックプリズム側から見た平面図である。

【図3】本発明の光源装置の第3の実施形態における光学系を説明する図であり、光源装置を上面から見た図である。

【図4】本発明の光源装置の第4の実施形態における光学系を説明する図であり、図4(a)は光源装置を上面から見た図であり、図4(b)は赤色光源の斜視図である。

【図5】本発明の光源装置の第5の実施形態における光学系を説明する図であり、光源装置を上面から見た図である。

【図6】本発明の光源装置の第6の実施形態における光学系を説明する図であり、光源装置を上面から見た図である。

【図7】本発明の光源装置の第7の実施形態における光学系を説明する図であり、光源装置を上面から見た図である。

【図8】本発明の表示装置の第1の実施形態における主要な光学系を上面から見た図である。

【図9】本発明の表示装置の第2の実施形態における主要な光学系を上面から見た図である。

【図10】図9に示す表示制御装置の詳細図である。

【図11】本発明の表示装置の第2の実施形態において、光源の点灯と液晶表示素子の表示のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図12】本発明の表示装置の第3の実施形態における主要な光学系を上面から見た図である。

【図13】本発明の表示装置の第4の実施形態における主要な光学系を上面から見た図である。

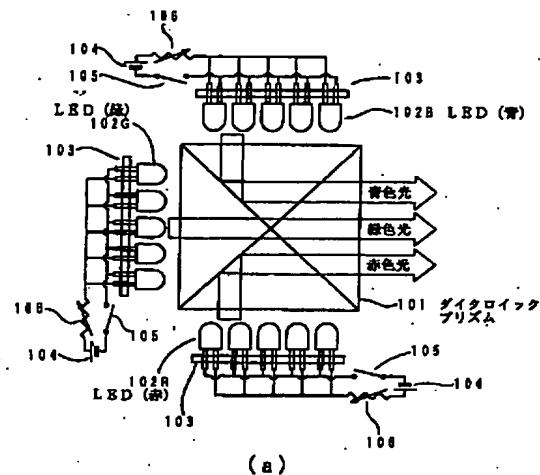
【図14】本発明の表示装置の第5の実施形態における主要な光学系を上面から見た図である。

【符号の説明】

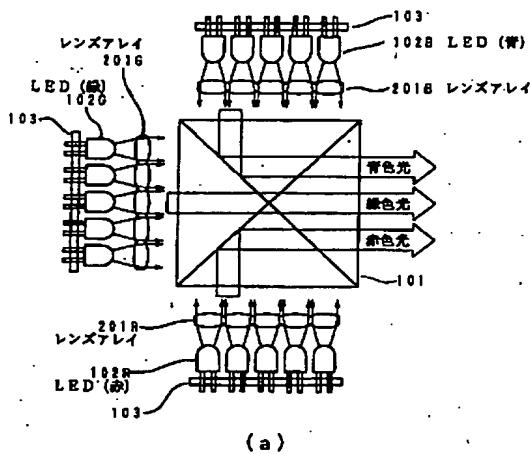
101：ダイクロイックプリズム、102R、102G、102B：LED、103：基板、104直流電源、105：スイッチ、106：可変抵抗器、201R、201G、201B：レンズアレイ、202R：レンズ要素、301R、301G、301B：平板型蛍光管、401V、401H：プリズムアレイ、501R、501G、501B：有機EL素子、502：ガラス基板、503R、503G、503B：発光層構造、504：封止基板、601R、601G、601B：有機EL素子、603R、603G、603B：発光層構造、701、801：液晶表示素子、702R、702G、702B：カラーフィルタ、703：液晶層、704：ガラス基板、705：投写レンズ、706：スクリーン、802：表示制御回路、1001：レンズ、100

2: 眼、1101: ハーフミラー、1102: 外界。

【図1】



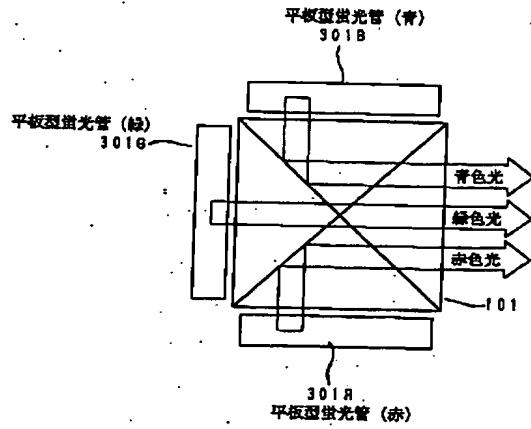
【図2】



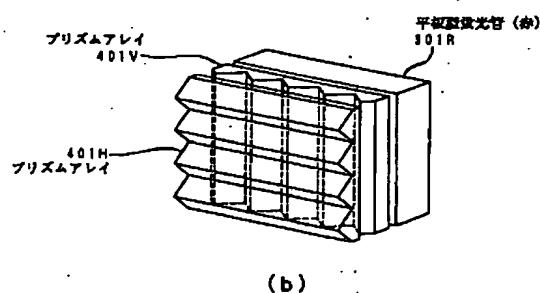
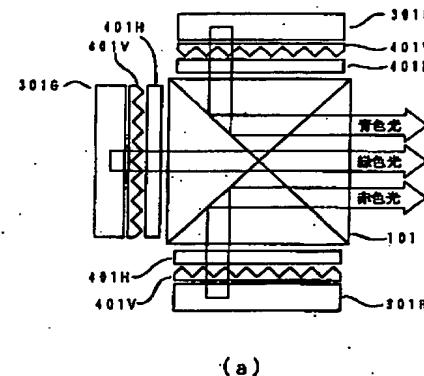
(b)

(b)

【図3】

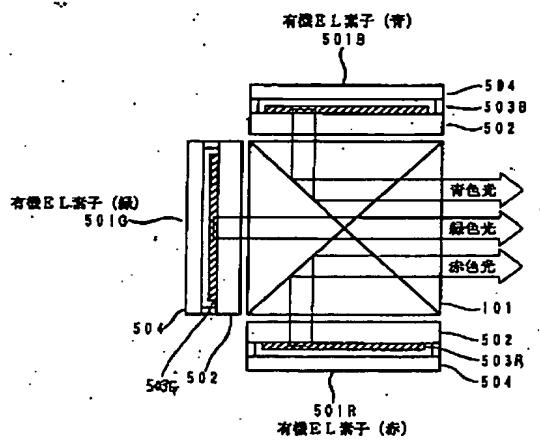


【図4】

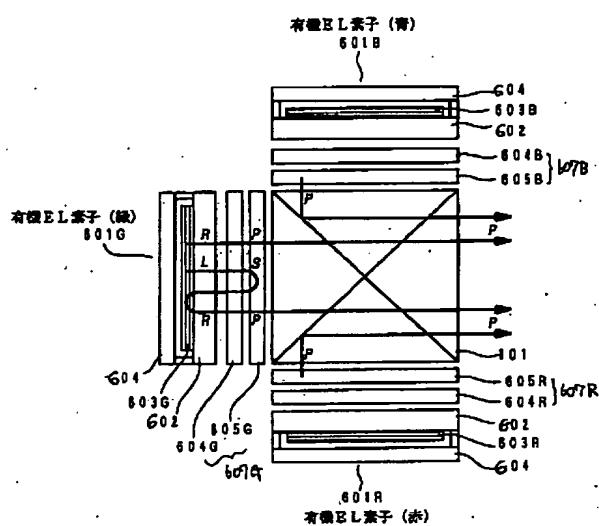


(b)

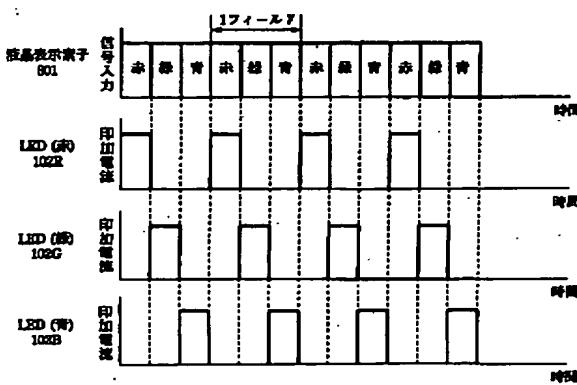
【図 5】



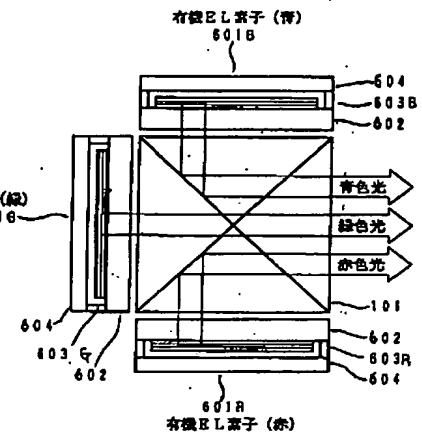
[図 7]



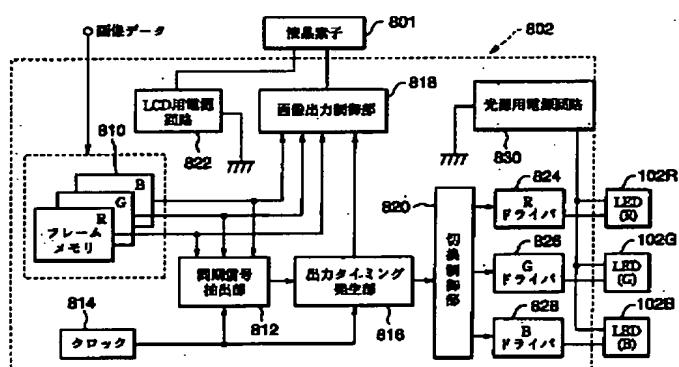
【図 1 1】



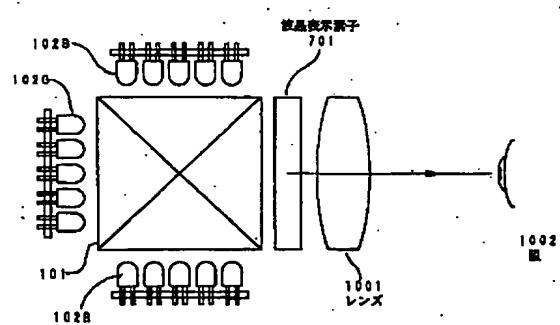
[四 6]



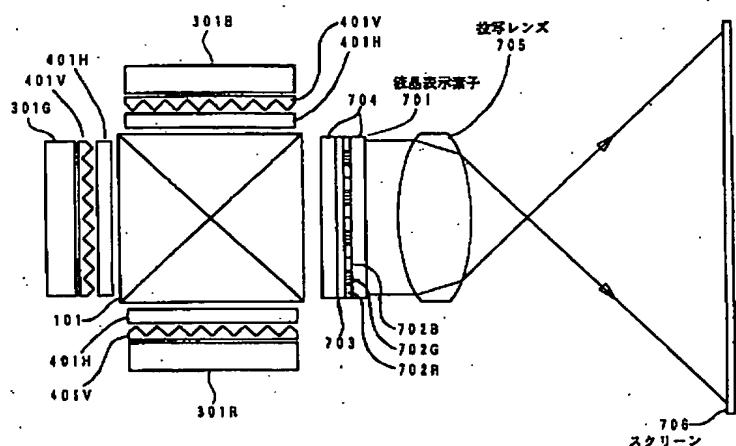
[図 1-0]



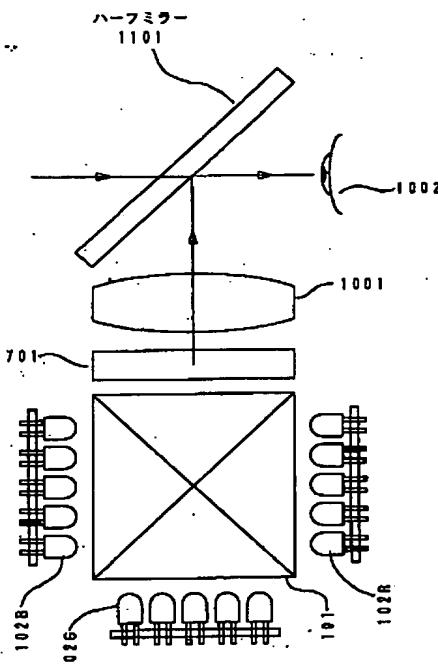
【图 1-2】



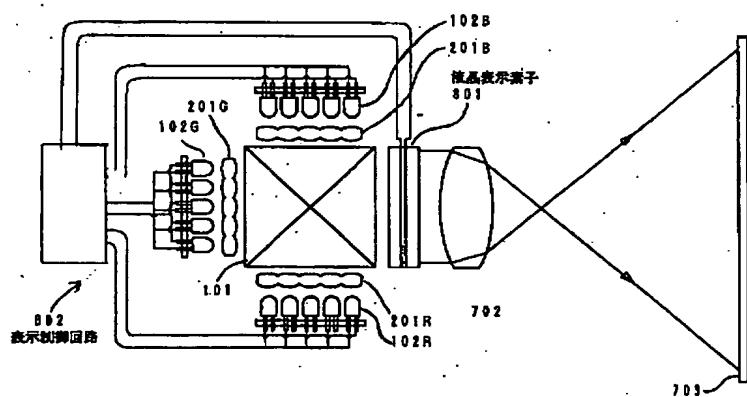
【図8】



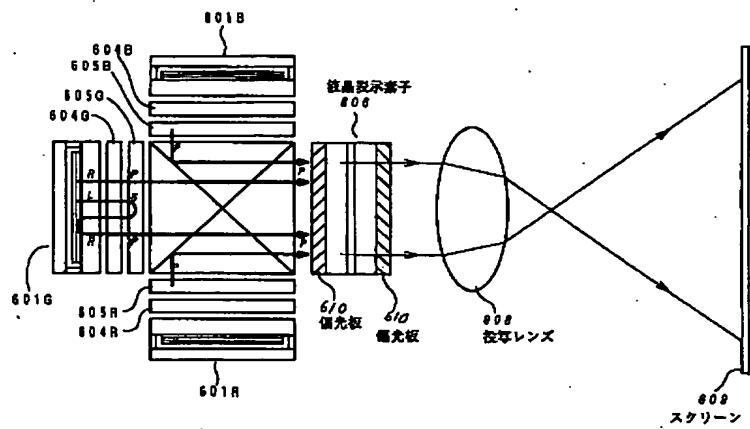
【図14】



【図9】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコト⁺ (参考)

H 0 5 B 33/14

33/24

H 0 5 B 33/24

G 0 2 F 1/1335

5 3 0